



21世纪职业教育立体化精品教材  
工学结合教学改革与创新成果



# 汽车构造

刘甫勇 郭建青 主 编  
方 波 吴泉成 副主编

SE 东南大学出版社  
SOUTHEAST UNIVERSITY PRESS

· 南京 ·

## 内容提要

本书系统地介绍了汽车构造方面的知识。全书主要内容包括:汽车的基本知识,曲柄连杆机构,配气机构,电控燃油喷射系统,进、排气系统及排气净化装置,发动机冷却系统、润滑系统,汽车传动系统,汽车行驶系统,汽车转向系统,汽车制动系统,汽车车身结构和电气设备。

本书在编排上,注重理论与实践相结合,采用单元教学模式,突出实践环节,充分体现了“工学结合一体化”的教学思想。本书将每个学习情境分解为若干单元,每个单元由知识目标、技能目标、基础知识、学习案例、案例分析五部分组成,全书共设单元41个。正文设置了小提示、拓展知识特色模块,意在提高学生的学习兴趣,促进学生的全面发展。另外,在每个学习情境后设置了教学检测部分,帮助学生进行自我测评。本书内容详实、实用性强,可供高等职业学校汽车类专业教学使用,也可作为相关行业岗位培训或自学用书,还可供汽车维修人员学习参考。

## 图书在版编目(CIP)数据

汽车构造/刘甫勇,郭建青主编. —南京:东南大学出版社,2016.7

ISBN 978-7-5641-6575-8

I. ①汽… II. ①刘… ②郭… III. ①汽车—构造  
IV. ①U463

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 136275 号

## 汽车构造

---

出版发行:东南大学出版社

社 址:南京市四牌楼2号,邮编210096

出 版 人:江建中

印 刷:三河市延风印装有限公司

开 本:787mm×1092mm 1/16

印 张:16

字 数:333千

版 次:2016年7月第1版

印 次:2016年7月第1次印刷

书 号:ISBN 978-7-5641-6575-8

定 价:39.00元

---

(凡因印装质量问题,请直接与营销中心调换,电话:025-83791830)

为贯彻《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010~2020年)》以及教育部等六部委《关于实施职业院校制造业和现代服务业技能型紧缺人才培养培训工程的通知》精神,积极推进课程改革和教材建设,为职业教育教学和培训提供更加丰富、多样和实用的教材,更好地满足职业教育改革与发展的需要,并依据行业职业技能鉴定规范,参考现代汽车维修生产技术文件,编写了本书。

本书符合国家对技能型紧缺人才培养培训工作的要求,注重以就业为导向,以能力为本位,面向市场、社会,秉持为经济结构调整和科技进步服务的原则,体现了职业教育的特色,满足了汽车领域实用人才培养的需要。

本书既强调基础,又注重能力的培养,教学内容与国家职业技能鉴定规范相结合。适应我国中等职业教育发展的需要,强化职业能力培养,力求使学生具有扎实的专业知识和基本操作技能。针对汽车行业发展的实际情况和职业教育的特点,根据汽车维修领域和职业岗位的任职要求,设置本教材的内容结构,确定编写内容,力图体现以下特色:

(1)面向职教。

本书的作者均来自教学一线,有多年的专业教学经验,因此能根据高等职业教育的培养目标,结合目前高等职业学校的教学实际编写。

(2)难易适度。

本书借鉴国外先进职业教育教材,简化繁琐的理论分析,突出职业能力培养,着重强调结论性强、应用性强的内容,使整体的理论难度降低;但同时又保证相应的理论基础,使学生能够在分析和解决实际问题时有一定理论根据,有较强的岗位针对性和实用性。本书力求把传授专业知识和培养专业技术应用能力有机结合,使学生的基本素质能够得到提高,能够运用所学的基本知识举一反三、触类旁通,同时也为学生今后学习奠定基础。

(3)在内容选择上,注重汽车后市场职业岗位对人才的知识、能力要求,力求与相应的职业资格标准衔接,并较多地反映了新知识、新技术、新工艺、新方法、新材料的内容。

(4)图文并茂、通俗易懂。删繁就简,按先易后难、先传统后新兴学科、先通用技术后特殊技术的顺序编写教材。关注产业发展对人才需求规格与学校培养目标的衔接

与交流,重视企业现有操作规程与维修经验的引入。

《汽车构造》是汽车类专业核心课程之一,内容包括:汽车的基本知识,曲柄连杆机构,配气机构,电控燃油喷射系统,进、排气系统及排气净化装置,发动机冷却系统、润滑系统,汽车传动系统,汽车行驶系统,汽车转向系统,汽车制动系统,汽车车身结构和电气设备。

本教材将各部分内容进行分解,并逐一展开,配有丰富的插图,将汽车各部分总成、部件构造和工作原理以图解的形式完整地展现出来,并辅以必要的原理、结构说明,使得汽车各总成、部件的构造和原理一目了然。

本教材由刘甫勇、郭建青担任主编,由方波、吴泉成担任副主编。在本教材编写工程中,得到了许多老师及其他专业人士的帮助,同时参阅了大量相关书籍和文献,在此表示诚挚的谢意。

限于编者资历和水平,加之时间仓促,书中难免存在不妥和错误之处,恳请读者提出宝贵意见。

编 者

# CONTENTS

# 目 录

## 学习情境一 汽车的基本知识

情境导入	1
学习导航	1
学习单元 1 汽车的发展史及其基本构造	2
一、国内外汽车工业的发展概况	2
二、汽车的基本知识	3
学习案例	9
学习单元 2 发动机的总体构造	9
一、发动机的分类及基本术语	10
二、发动机的总体构造及功用	13
学习案例	15
案例分析	15
学习单元 3 发动机的基本参数与工作原理	16
一、我国内燃机产品和型号编制规则	16
二、四行程发动机的工作原理	17
学习案例	20
案例分析	20
教学检测	21

## 学习情境二 曲柄连杆机构

情境导入	22
------	----

学习导航	22
学习单元 1 曲柄连杆机构概述	22
一、曲柄连杆机构的组成	23
二、曲柄连杆机构的功用	23
学习案例	24
案例分析	24
学习单元 2 机体组	24
一、气缸体	25
二、气缸盖与燃烧室	28
三、油底壳	30
学习案例	30
案例分析	30
学习单元 3 活塞连杆组	30
一、活塞	31
二、活塞环	34
三、活塞销	36
四、连杆	37
学习案例	38
案例分析	38
学习单元 4 曲轴飞轮组	39
一、曲轴	39
二、飞轮	43
三、曲轴扭转减震器	43
学习案例	44
案例分析	44
教学检测	44

### 学习情境三 配气机构

情境导入	46
学习导航	46
学习单元1 配气机构的认识	46
一、配气机构的功用与分类	47
二、配气机构的组成及工作情况	47
三、气门间隙	49
四、配气相位	49
学习案例	50
案例分析	51
学习单元2 气门组	51
一、气门	51
二、气门座	52
三、气门导管	52
四、气门弹簧	53
五、气门旋转机构	53
学习案例	53
案例分析	54
学习单元3 气门传动组	54
一、凸轮轴	55
二、液压挺柱	55
三、推杆	56
四、摇臂	56
学习案例	57
案例分析	58
教学检测	58

### 学习情境四 电控燃油喷射系统

情境导入	60
学习导航	60
学习单元1 电控燃油喷射系统概述	60
一、电控燃油喷射系统的特点	61
二、电控燃油喷射系统的分类	61

三、电控燃油喷射系统的组成和工作原理	62
学习案例	65
案例分析	65
学习单元2 汽油机电控燃油喷射系统	65
一、汽油机电控燃油喷射系统的构造和工作原理	66
二、缸内汽油直喷装置	71
学习案例	73
案例分析	73
学习单元3 柴油机电控燃油喷射系统	74
一、柴油机电控喷油系统的分类	75
二、柴油机电控喷油系统的组成和工作原理	75
学习案例	80
案例分析	80
教学检测	80

### 学习情境五 进、排气系统及排气净化装置

情境导入	82
学习导航	82
学习单元1 进气系统	83
一、空气滤清器	83
二、进气歧管	85
学习案例	89
案例分析	89
学习单元2 排气系统	89
一、单排气系统及双排气系统	90
二、排气歧管	90
三、消声器	91
学习案例	92
案例分析	92
学习单元3 排气净化装置	93
一、发动机产生的主要有害物质	93
二、废气再循环系统	93

三、催化转换器 .....	94
四、二次空气喷射系统 .....	95
五、强制式曲轴箱通风系统 .....	96
六、汽油蒸发控制系统 .....	98
<b>学习案例</b> .....	99
<b>案例分析</b> .....	99
<b>教学检测</b> .....	100

**学习情境六 发动机冷却系统、润滑系统**

<b>情境导入</b> .....	101
<b>学习导航</b> .....	101
<b>学习单元1 发动机冷却系统</b> .....	102
一、冷却系统的功用 .....	102
二、水冷系统的组成 .....	102
三、冷却系统主要部件的构造和 工作原理 .....	103
<b>学习案例</b> .....	108
<b>案例分析</b> .....	108
<b>学习单元2 发动机润滑系统</b> .....	109
一、润滑系统的功用 .....	109
二、润滑剂 .....	109
三、润滑方式 .....	110
四、润滑系统的组成及油路 .....	110
五、润滑系统主要部件的构造与 工作原理 .....	111
<b>学习案例</b> .....	115
<b>案例分析</b> .....	115
<b>教学检测</b> .....	116

**学习情境七 汽车传动系统**

<b>情境导入</b> .....	117
<b>学习导航</b> .....	117
<b>学习单元1 传动系统概述</b> .....	118
一、传动系统的功用及组成 .....	118

二、传动系统的布置形式 .....	119
<b>学习案例</b> .....	121
<b>案例分析</b> .....	121
<b>学习单元2 离合器</b> .....	122
一、离合器的功用与分类 .....	122
二、离合器的工作原理 .....	123
三、摩擦离合器 .....	124
<b>学习案例</b> .....	126
<b>案例分析</b> .....	126
<b>学习单元3 变速器与分动器</b> .....	126
一、变速器 .....	127
二、普通齿轮变速器的工作原理 .....	128
三、普通齿轮变速器 .....	130
四、分动器 .....	137
<b>学习案例</b> .....	138
<b>案例分析</b> .....	138
<b>学习单元4 自动变速器</b> .....	139
一、自动变速器的功用和分类 .....	139
二、自动变速器的组成和工作原理 .....	142
三、液力变矩器 .....	143
四、自动换挡操纵系统 .....	145
<b>学习案例</b> .....	146
<b>案例分析</b> .....	146
<b>学习单元5 万向传动装置</b> .....	146
一、万向传动装置概述 .....	147
二、万向节 .....	147
三、传动轴与中间支承 .....	151
<b>学习案例</b> .....	151
<b>案例分析</b> .....	151
<b>学习单元6 驱动桥</b> .....	152
一、驱动桥概述 .....	152
二、主减速器 .....	153
三、差速器 .....	154
四、半轴与桥壳 .....	155
<b>学习案例</b> .....	156
<b>案例分析</b> .....	156
<b>教学检测</b> .....	157

## 学习情境八 汽车行驶系统

情境导入	158
学习导航	158
学习单元 1 行驶系统概述	158
一、汽车行驶系统组成	159
二、汽车行驶系统的作用	159
学习案例	160
案例分析	160
学习单元 2 车架	160
一、车架的功用和要求	161
二、车架的分类	161
三、结构	161
学习案例	162
案例分析	163
学习单元 3 车桥	163
一、车桥概述	163
二、转向桥	163
三、转向驱动桥	165
四、转向轮定位	165
学习案例	167
案例分析	167
学习单元 4 车轮与轮胎	168
一、车轮	168
二、轮胎	171
学习案例	175
案例分析	175
学习单元 5 悬架	176
一、悬架概述	176
二、非独立悬架	177
三、独立悬架	179
学习案例	182
案例分析	182
教学检测	183

## 学习情境九 汽车转向系统

情境导入	184
学习导航	184
学习单元 1 转向系统概述	184
一、转向系统的定义	185
二、转向系统的分类	185
三、转向系统的基本原理	185
四、转向系统分析	185
学习案例	187
案例分析	187
学习单元 2 机械转向系统	187
一、转向操纵机构	188
二、机械转向器	190
三、转向传动机构	192
学习案例	193
案例分析	194
学习单元 3 动力转向系统	194
一、动力转向系统分类	194
二、液压动力转向器	195
三、转向液压泵	197
学习案例	199
案例分析	199
学习单元 4 电子控制动力转向系统	199
一、电子控制动力转向系统的分类	200
二、液压式电子控制动力转向系统的原理	200
三、电动式电子控制动力转向系统的原理	201
学习案例	203
案例分析	203
教学检测	203



**学习情境十 汽车制动系统**

情境导入 ..... 204

学习导航 ..... 204

**学习单元 1 汽车制动系统概述** ..... 204

    一、制动系统的定义 ..... 205

    二、制动系统的基本原理 ..... 205

    三、制动系统的组成和分类 ..... 206

学习案例 ..... 207

案例分析 ..... 207

**学习单元 2 制动器** ..... 207

    一、鼓式制动器 ..... 208

    二、盘式制动器 ..... 212

学习案例 ..... 214

案例分析 ..... 214

**学习单元 3 驻车制动系统** ..... 214

    一、驻车制动系统的定义 ..... 215

    二、驻车制动系统的组成与分类 ..... 215

    三、驻车制动系统的工作原理 ..... 215

学习案例 ..... 218

案例分析 ..... 218

**学习单元 4 制动传动装置** ..... 218

    一、液压式制动传动装置 ..... 219

    二、真空助力装置 ..... 219

学习案例 ..... 220

案例分析 ..... 221

**学习单元 5 制动防抱死系统** ..... 221

    一、ABS 相关理论基础 ..... 221

    二、ABS 的组成 ..... 222

    三、ABS 的工作原理 ..... 223

学习案例 ..... 225

案例分析 ..... 225

教学检测 ..... 225

**学习情境十一 汽车车身结构和电气设备**

情境导入 ..... 226

学习导航 ..... 226

**学习单元 1 车身壳体** ..... 226

    一、车身的作用和结构 ..... 227

    二、车身壳体的分类 ..... 227

    三、轿车车身 ..... 227

    四、客车车身 ..... 230

    五、货车车身 ..... 232

学习案例 ..... 235

案例分析 ..... 235

**学习单元 2 车身附件系统** ..... 236

    一、开启件 ..... 236

    二、汽车空调系统 ..... 236

    三、其他附件系统 ..... 238

学习案例 ..... 240

案例分析 ..... 240

**学习单元 3 汽车电气设备** ..... 240

    一、电源电路 ..... 241

    二、照明与信号电路 ..... 242

    三、仪表与报警电路 ..... 243

学习案例 ..... 244

案例分析 ..... 244

教学检测 ..... 244

**参考文献**



# 学习情境一

## 汽车的基本知识



### 情境导入

作为现代工业文明的产物,汽车的出现极大地改变了人类的生活。在革新了由人力、畜力为主导的原始生产力之后,汽车走进了人类生活和生产的方方面面。如今,作为交通运输的主要工具,汽车的形式和种类不断发展、不断改进。自 1970 年以来,全球汽车数量几乎每隔 15 年翻一番,2013 年全球汽车产量 8 738 万辆,2014 年世界范围汽车保有量已达 12 亿辆。对于汽车本身,也许我们都不陌生,但是汽车的结构和组成是什么样的呢?汽车是如何将一系列冰冷的机械零部件组合在一起,并驱动它们迸发出强劲的生命活力的呢?就让我们来认识一下汽车的基本构造和工作原理,并了解汽车在这 100 多年来的发展与变迁。



### 学习导航

本情境主要讲述有关汽车的基本知识。通过本情境的学习,需要掌握以下相关知识:

1. 汽车的发展史;
2. 汽车的基本结构;
3. 发动机的基本分类方法,掌握发动机的基本术语;
4. 四行程内燃机工作循环的基本原理;
5. 汽油机和柴油机在工作原理和结构上的差异;
6. 我国内燃机产品和型号的编制规则。

# 学习单元 1 汽车的发展史及其基本构造

## 知识目标

1. 了解国内外汽车工业的发展概况；
2. 掌握汽车的分类以及汽车代号的含义；
3. 了解汽车的总体构造。

## 技能目标

对于给定的汽车,能够快速判断其所属汽车类型,并详细说明其结构特点。

## 基础知识

### 一、国内外汽车工业的发展概况

#### (一) 汽车的诞生与发展

1769年,世界上第一辆蒸汽机汽车在法国诞生。1862年,法国人 B. D. 罗杰斯提出一种四行程的内燃机循环理论。1876年,德国青年工程师 N. A. 奥托制成了第一台往复式塞式内燃机。之后,欧洲各地迅速出现改进的内燃机,并且被装上汽车。

现代汽车是以内燃机为动力作标志的。法国人称,1884年,法国人爱德华·德布特威尔制造出了第一辆内燃机汽车。因此,1984年,巴黎举行了内燃机汽车诞生百年庆典。德国人卡尔·本茨于1886年1月29日向德国皇家专利局申请了专利证书第37435号——一辆带煤气发动机的三轮汽车(见图1-1)的专利。因此,1986年,德国也举办了汽车百年诞辰庆典。同年,德国人戈特利布·戴姆勒制成了四轮内燃机汽车(见图1-2)。

汽车的发明是一个漫长的过程,许多人为之做出了不同的贡献。汽车诞生是以卡尔·本茨申请汽车专利为标志,因此人们称卡尔·本茨为“汽车之父”。

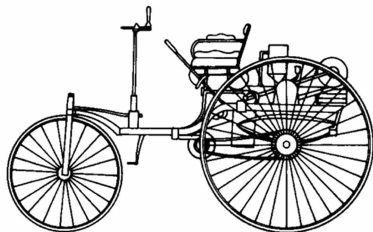


图 1-1 卡尔·本茨的三轮汽车



图 1-2 戈特利布·戴姆勒的四轮内燃机汽车

现代汽车已发展成为高新科技产品,计算机技术、现代设计理论、现代测试手段、新材料、新工艺、新技术等诸多方面的成就在汽车上大量应用,可以说汽车也是科学技术发展水平的标志。特别是微电子技术在汽车上的应用,大大改善和提高了汽车的性能。例如,电子控制的发动机点火系统和供油系统、缸内直喷技术、电动节气门技术、柴油机共轨电控燃料喷射、可变涡轮增压技术、系统变速器的电子控制系统、电子驱动力调节系统(ETS)、防抱死制动系统(ABS)、智能悬架、速度感应式转向系统(SSS)、电子车厢温度调节系统、电控防撞安全系统、电子防盗系统、卫星导航系统(GPS)等。

现代汽车技术发展正朝着安全、环保、节能的方向不断迈进。

## （二）国外汽车工业发展概况

汽车产业是 19 世纪后期在欧洲产生的,当时西欧是世界上唯一的生产地。进入 20 世纪后汽车生产传到美国,当时在底特律集中了一批工匠,形成美国制造中心,很快,美国取代欧洲成为世界汽车产业中心,产品销往全世界。一直到 20 世纪 60 年代美国生产的汽车占世界总量的 70%~80%。20 世纪 50 年代欧洲经济快速恢复发展,到 20 世纪 70 年代,欧洲(指当时的欧共体)汽车产量可以与美国抗衡。同时,日本汽车工业高速发展,到 20 世纪 80 年代形成美国、西欧(主要是英、法、德、意四国)、日本三足鼎立之势,世界汽车产业中心由一个中心变成三个中心,各自的实力基本相当,世界其他地方的汽车产业无不与这三大中心有关。20 世纪 80 年代之后是全球化的时期,全球汽车市场扩大,汽车生产基地向第二世界甚至第三世界的国家扩散。许多国家和地区采取多种方式与汽车工业国合作,或请外商直接在本国设厂,或与外资合作设厂,或引进技术设备。亚洲的韩国、南美洲的巴西和欧洲的西班牙是第二批汽车产量较大的国家。中国和印度也逐渐开始引进汽车和汽车生产技术,并逐渐成为新兴的主要市场。

## （三）国内汽车工业发展概况

1901 年,国外汽车进入中国,其后尽管多次筹划建立本国自己的汽车制造业,但均难以如愿,一直到解放后,中国才有了自己的汽车。中国汽车工业的发展历程可分为创建、成长、全面发展和高速增长四个阶段。

**创建阶段(1949~1965 年):**1953 年 7 月 15 日,第一汽车制造厂在长春动工兴建,1956 年 7 月 13 日国产第一辆解放牌载货汽车驶下总装配生产线,结束了中国不能自己制造汽车的历史。

**成长阶段(1966~1980 年):**在这个历史阶段,主要是贯彻中央的精神建设三线汽车厂,以中、重型载货汽车和越野汽车为主,同时发展矿用自卸车。

**全面发展阶段(1981~1998 年):**在改革开放方针指引下,汽车工业进入全面发展阶段。这段时期老产品(如解放、跃进和黄河车型)升级换代,结束 30 年来一贯制的历史;调整商用车产品结构,改变“缺重少轻”的生产格局;建设轿车工业,引进资金和技术,国产轿车形成生产规模;行业管理体制和企业经营机制进行改革,汽车品种、质量和生产能力大幅提高。

**高速增长阶段(1999 年至今):**在此期间,我国的汽车工业尤其是轿车工业技术进步的步伐大大加快,新车型层出不穷;科技新步伐加快,整车技术特别是环保指标大幅度提高,电动汽车开发初见进展;与国外汽车巨头的生产与营销合作步伐明显加快,引进国外企业的资金、技术和管理方式的力度不断加大;企业组织结构调整稳步前进。

## 二、汽车的基本知识

### （一）汽车的分类

我国于 2001 年颁发 GB/T 3730.1—2001《汽车和挂车类型的术语和定义》,其中介绍汽车类型的术语和定义的主要内容如下:

汽车是由动力驱动、具有四个或四个以上车轮的非轨道承载的车辆,主要用于载运人员和(或)货物、牵引载运人员和(或)货物的车辆、特殊用途。

汽车分为乘用车和商用车两类,我们通常所说的轿车归为乘用车,客车和载货汽车归为商用车。

chapter  
01chapter  
02chapter  
03chapter  
04chapter  
05chapter  
06chapter  
07chapter  
08chapter  
09chapter  
10chapter  
11

## 小提示

按照汽车的上述定义,我国二轮摩托车和小型三轮车不属于汽车的范畴。不带动力装置的全挂车和半挂车也不能算汽车,但是它们可与牵引车组合成汽车,至于一些从事特别作业的自走式轮式机械(如轮式推土机等)和主要从事农田作业的轮式拖拉机等,虽然也具有汽车的某些特征,但由于主要用途不是运输,因此不将其列入汽车的范畴。

### 1. 乘用车

乘用车是指在其设计和技术特性上主要用于载运乘客及其随身行李和(或)临时物品的汽车,包括驾驶员座位在内最多不超过9个座位。它也可牵引一辆挂车。乘用车分类见表1-1。

表 1-1 乘用车分类

分类	定义					
	车身	车顶(顶盖)	座位	车门(侧门)	车窗(侧窗)	
乘用车	普通乘用车	封闭式,侧窗中柱有或无	固定式,硬顶。有的顶盖可以部分开启	$\geq 4$ 个 $\geq$ 两排	2个或4个,可有一个后开启门	
	活顶乘用车	具有固定侧围框架的可开启式车身	为硬顶或软顶,至少有两个位置:1. 封闭;2. 开启或拆除	$\geq 4$ 个 $\geq$ 两排	2个或4个	$\geq 4$ 个
	高级乘用车	封闭式,前后座之间可以设有隔板	固定式,硬顶。有的顶盖可以部分开启	$\geq 4$ 个 $\geq$ 两排	4个或6个,可有一个开启门	$\geq 6$ 个
	小型乘用车	封闭式,通常后部空间较小	固定式,硬顶。有的顶盖可以部分开启	$\geq 2$ 个 $\geq$ 一排	2个,可有一个后开启门	$\geq 2$ 个
	敞篷车	可开启式	车顶可为软顶或硬顶,至少有遮覆车身和车顶卷收或可拆除两个装置	$\geq 2$ 个 $\geq$ 一排	2个或4个	$\geq 2$ 个
	舱背乘用车	封闭式,侧窗中柱可有可无	固定式,硬顶。有的顶盖可以部分开启	$\geq 4$ 个 $\geq$ 两排	2个或4个,车身后部有一舱门	
旅行车	封闭式。车尾外形应可提供较大的内部空间	固定式,硬顶。有的顶盖可以部分开启	$\geq 4$ 个 $\geq$ 两排	2个或4个,并有一个后开启门	$\geq 4$ 个	

续表 1-1

分类	定义				
	车身	车顶(顶盖)	座位	车门(侧门)	车窗(侧窗)
多用途乘用车	上述车辆以外的,只有单一车室载运乘客及其行李或物品的乘用车		≤7个		
短头乘用车	一种乘用车,它一半以上的发动机长度位于车辆前风窗玻璃最前点之后,并且转向盘的中心位于车辆总长的前四分之一部分内				
越野乘用车	在设计上所有车轮一起驱动,允许在非道路上行驶的一种乘用车				
专用乘用车	运载乘员或物品并完成特定功能的乘用车,它具备完成特定功能所需的特定车身和(或)装备,例如:旅居车、防弹车、救护车、殡仪车等				
专用乘用车	旅居车	旅居车是一种至少具有下列生活设施结构的乘用车:座椅和桌子;睡具,可由座椅转换而来;炊事设施;储藏设施			
	防弹车	用于保护所运送的乘员和(或)物品并符合装甲防弹要求的乘用车			
	救护车	用于运送病人或伤员并为此目的配有专用设备的乘用车			
	殡仪车	用于运送死者并为此目的配有专用设备的乘用车			

注:定义中的车窗指一个玻璃窗口,它可由一块或几块玻璃组成。

### 知识拓展

#### 概念车

概念车可以理解对未来汽车,一种介于设想和现实之间的体现超前设计思想和水平的样车。概念车一般在车展会上推出。汽车设计师利用概念车向人们展示新颖、独特、超前的构思,反映人类对先进汽车的梦想与追求。这种车往往只是处在创意、试验阶段,也许不会投产,主要用于车辆的开发研究和开发试验,可以为探索汽车的造型、采用新的结构、验证新的原理等提供样机。概念汽车主要用以展现制造厂家雄厚的科研实力和新产品开发能力,同时也起“引导消费”的作用。



## 2. 商用车

商用车是指在设计和技术特性上用于运送人员和货物的汽车,并且可以牵引挂车,乘用车不包括在内。商用车分类见表 1-2。

表 1-2 商用车分类

分类	定义
客车	在设计和技术特性上用于载运乘客及其随身行李的商用车辆,包括驾驶员座位在内座位数超过 9 座,客车有单层的或双层的,也可牵引一挂车

- chapter 01
- chapter 02
- chapter 03
- chapter 04
- chapter 05
- chapter 06
- chapter 07
- chapter 08
- chapter 09
- chapter 10
- chapter 11

续表

分类	定义	
客车	小型客车	用于载运乘客,除驾驶员座位外,座位数不超过 16 座的客车
	城市客车	一种为城市内运输而设计和装备的客车。这种车辆设有座椅及站立乘客的位置,并有足够空间供频繁停站时乘客上下车走动
	长途客车	一种为城市间运输而设计和装备的客车。这种车辆没有专供乘客站立的位置,但在其通道内可载运短途站立的乘客
	旅游客车	一种为旅游而设计和装备的客车。这种车辆的布置要确保乘客的舒适性,不载运站立的乘客
	铰接客车	一种由两节刚性车厢铰接组成的客车。在这种车辆上,两节车厢是相通的,乘客可通过铰接部分在两节车厢之间自由走动,这种车辆可按上述几种客车进行装备,两节刚性车厢永久联结,只有在工厂车间使用专用的设施才能将其拆开
	无轨电车	一种经架线由电力驱动的客车。这种电车可指定用作多种用途,并按城市客车、长途客车和铰接客车进行装备
	越野客车	在设计上所有车轮同时驱动,允许在非道路上行驶的一种车辆
	专用客车	在其设计和技术特性上只适用于需经特殊布置安排后才能载运人员的车辆
半挂牵引车	装备有特殊装置用于牵引半挂车的商用车辆	
货车	一种主要为载运货物而设计和装备的商用车辆,可牵引一挂车	
货车	普通货车	一种在敞开(平板式)或封闭(厢式)载货空间内载运货物的货车
	多用途货车	在其设计和结构上主要用于载运货物,但在驾驶员座椅后带有固定或折叠式座椅,可运载 3 个以上的乘客的货车
	全挂牵引车	一种牵引牵引杆式挂车的货车。它本身可在附属的载运平台上运载货物
	越野货车	在其设计上所有车轮同时驱动,允许在非道路上行驶的一种车辆
	专用作业车	在其设计和技术特性上用于特殊工作的货车。例如:消防车、抢险车、垃圾车、应急车、街道清洗车、扫雪车、清洁车等
	专用货车	在其设计和技术特性上用于运输特殊物品的货车。例如:罐式车、乘用车运输车、集装箱运输车等

## (二) 汽车的代号

车辆识别代号(Vehicle Identification Number, VIN)是由原机械工业部 1996 年 12 月 25 日发布,从 1997 年 1 月 1 日起实施。车辆识别代号中含有车辆的制造厂家、生产年代、车型、车身形式、发动机以及其他装备的信息。它是由 17 位字母、数字组成



的编码,经过排列组合,可以使车辆生产在 30 年之内不会发生重号现象,具有对车辆的唯一识别性,故称其为“汽车身份证”。车辆识别代号是汽车管理、汽车营销、汽车维修和配件采购的重要依据。

车辆识别代号由三个部分组成:第一部分,世界制造厂识别代号(WMI);第二部分,车辆说明部分(VDS);第三部分,车辆指示部分(VIS)。其具体内容参见 GB/T 16736—1997。

我国乘用车的 VIN 码大多可以在仪表板左侧、挡风玻璃下面找到。

### (三) 汽车的总体构造

汽车一般由四部分组成,如图 1-3 所示。

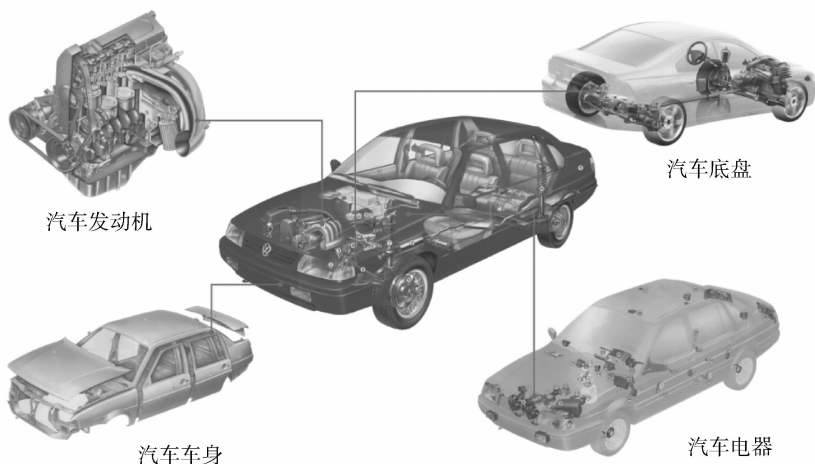


图 1-3 汽车总体构造

#### 1. 汽车发动机

汽车发动机是汽车的动力装置。其作用是使燃料燃烧产生动力,然后通过底盘的传动系统驱动车轮使汽车行驶。

汽车发动机主要有汽油机和柴油机两种。

汽油发动机由曲柄连杆机构、配气机构和燃料供给系统、冷却系统、润滑系统、点火系统、启动系统组成。

柴油发动机的点火方式为压燃式,所以无点火系统。

#### 2. 汽车底盘

汽车底盘的作用是支承、安装汽车发动机及其各部件、总成,形成汽车的整体造型,并接受发动机的动力,使汽车产生运动,保证正常行驶。

汽车底盘由传动系统、行驶系统、转向系统和制动系统四部分组成。

#### 3. 汽车车身

汽车车身安装在底盘的车架上,用以驾驶员、旅客乘坐或装载货物。

轿车、客车的车身一般是整体结构,货车车身一般是由驾驶室和货箱两部分组成。

chapter  
01chapter  
02chapter  
03chapter  
04chapter  
05chapter  
06chapter  
07chapter  
08chapter  
09chapter  
10chapter  
11

#### 4. 汽车电气设备

汽车电气设备由电源和用电设备两大部分组成。

电源包括蓄电池和发电机。用电设备包括发动机的启动系统、汽油机的点火系统和其他用电装置。

#### (四) 汽车主要技术参数

汽车的主要技术参数如图 1-4 所示。

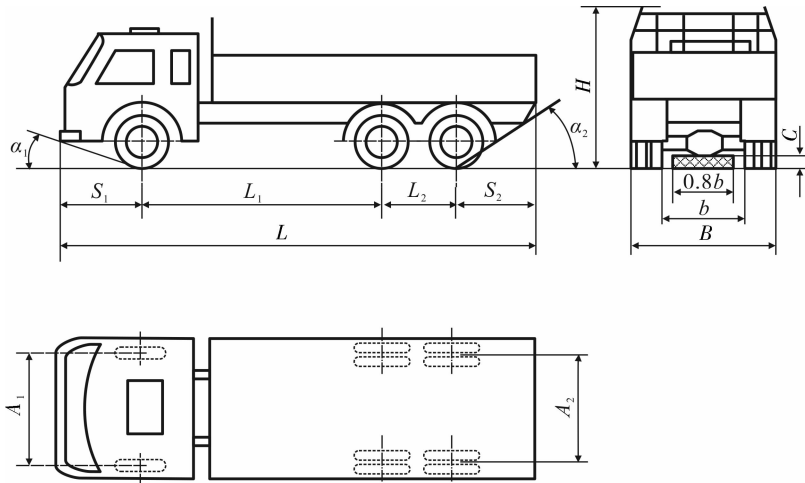


图 1-4 汽车主要技术参数

$L$ -车长; $B$ -车宽; $H$ -车高; $L_1$ 、 $L_2$ -轴距; $A_1$ 、 $A_2$ -轮距; $S_1$ -前悬; $S_2$ -后悬;  
 $\alpha_1$ -接近角; $\alpha_2$ -离去角; $C$ -最小离地间隙

(1) 汽车整备质量(kg)。汽车完全装备好的质量。除了整车质量外,还包括燃料、润滑油、冷却液、随车工具、备用车轮及备品等的质量,但不包括人员和货物。

(2) 最大总质量(kg)。汽车满载时的总质量。

(3) 最大装载质量(kg)。最大总质量和整备质量之差。

(4) 最大轴载质量(kg)。汽车单轴所承载的最大总质量。

(5) 车长  $L$ (mm)。垂直于车辆纵向对称平面并分别抵靠在汽车前、后最外端突出部位的两垂面间的距离。

(6) 车宽  $B$ (mm)。平行于车辆纵向对称平面并分别抵靠车辆两侧固定突出部位(除后视镜、侧面标志灯、方位灯、转向指示灯等)的两平面之间的距离。

(7) 车高  $H$ (mm)。车辆支承平面与车辆最高突出部位相抵靠的水平面之间的距离。

(8) 轴距  $L_1$ 、 $L_2$ (mm)。汽车直线行驶位置时,同侧相邻两轴的车轮落地中心点到车辆纵向对称平面的两条垂线间的距离。

(9) 轮距  $A_1$ 、 $A_2$ (mm)。在支承平面上,同轴左右车轮两轨迹中心间的距离(轴两

端为双轮时、为左右两条双轨迹的中线间的距离)。

(10)前悬  $S_1$  (mm)。在直线行驶位置时,汽车前端刚性固定件的最前点到通过两前轮轴线的垂面间的距离。

(11)后悬  $S_2$  (mm)。汽车后端刚性固定件的最后点到通过最后车轮轴线的垂面间的距离。

(12)最小离地间隙  $C$  (mm)。满载时,车辆支承平面与车辆最低点之间的距离。

(13)接近角  $\alpha_1$ 。汽车前端突出点向前轮引的切线与地面的夹角。

(14)离去角  $\alpha_2$ 。汽车后端突出点向后轮引的切线与地面的夹角。

## 学习案例

一辆汽车有多少个零部件?这个问题没有标准答案。据估计,一般轿车约由一万多个不可拆解的独立零部件组装而成。结构极其复杂的特制汽车,如F1赛车等,其独立零部件的数量可达到两万多个。当然,估计还没有人能将一辆车的零部件数量准确地计算出来。同时,由于车型种类的不同、大小的差异、发动机等重要部件的配置的高低,统计每辆汽车零件的数量是没有必要的,但我们能够通过下图来感受汽车机械零件的复杂性(见图1-5)。

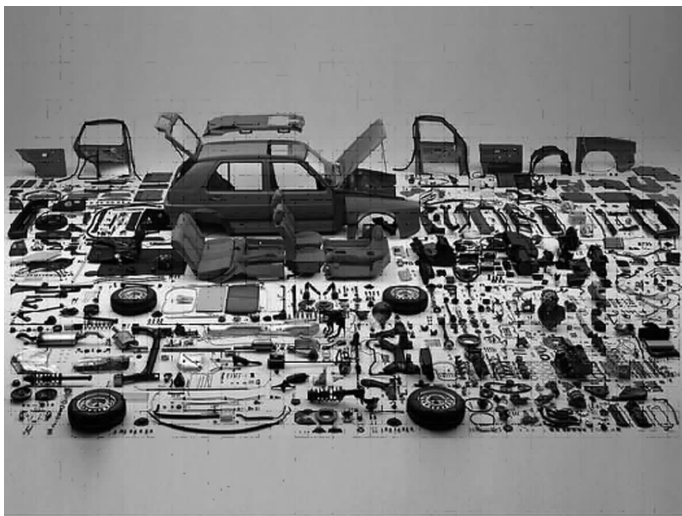


图 1-5 汽车零部件分解图

## 学习单元 2 发动机的总体构造

### 知识目标

1. 了解发动机的分类及其基本术语;
2. 掌握发动机的总体构造及功用。

chapter  
01chapter  
02chapter  
03chapter  
04chapter  
05chapter  
06chapter  
07chapter  
08chapter  
09chapter  
10chapter  
11



## 技能目标

对于给定的汽车,能够分析其发动机的总体构造,并说明其功用。



## 基础知识



### 一、发动机的分类及基本术语

#### (一)发动机的分类

发动机是汽车的动力源。迄今为止除为数不多的电动汽车外,汽车发动机都是热能动力装置,或简称热机。在热机中借助工质的状态变化将燃料燃烧产生的热能转变为机械能。

热机有内燃机和外燃机两种。直接以燃料燃烧所生成的燃烧产物为工质的热机为内燃机,反之则为外燃机。内燃机包括活塞式内燃机和燃气轮机。外燃机则包括蒸汽机、汽轮机和热气机(也称斯特灵发动机)等。内燃机与外燃机相比,具有结构紧凑、体积小、质量轻和容易启动等许多优点。因此,内燃机尤其是活塞式内燃机被极其广泛地用作汽车动力。

活塞式内燃机可按不同方法进行分类。

(1)按活塞运动方式的不同,活塞式内燃机可分为往复式和旋转式两种。前者活塞在气缸内作往复直线运动,后者活塞在气缸内作旋转运动。

(2)根据所用燃料种类的不同,活塞式内燃机主要分为汽油机、柴油机和气体燃料发动机三类。以汽油和柴油为燃料的活塞式内燃机分别称作汽油机和柴油机。使用天然气、液化石油气和其他气体燃料的活塞式内燃机称作气体燃料发动机。

汽油和柴油都是石油制品,是汽车发动机的传统燃料。非石油燃料称作代用燃料。使用代用燃料的发动机称作代用燃料发动机,如酒精发动机、氢气发动机、甲醇发动机等。代用燃料最终能否在汽车上大规模使用取决于许多因素,诸如获取这些代用燃料的方法及生产成本,是否便于在汽车上储存和携带,以及是否有利于改善环境等。

(3)按冷却方式的不同,活塞式内燃机分为水冷式和风冷式两种。以水或冷却液为冷却介质的内燃机称作水冷式内燃机,而以空气为冷却介质的内燃机则称作风冷式内燃机。

(4)往复式内燃机还按其在一个工作循环期间活塞往复运动的行程数进行分类。活塞式内燃机每完成一个工作循环,便对外做功一次,不断地完成工作循环,才使热能连续地变为机械能。在一个工作循环中活塞往复四个行程的内燃机称作四行程往复式内燃机,而活塞往复两个行程便完成一个工作循环的则称作二行程往复式内燃机。

(5)按进气状态不同,活塞式内燃机还可分为增压和非增压两类。若进气是在接近大气状态下进行的,则为非增压内燃机或自然吸气式内燃机;若利用增压器将进气压力增高,进而密度增大,则为增压内燃机。增压可以提高内燃机功率。

除此之外,还可以根据某些结构特征等对活塞式内燃机进行分类,此处不一一



★ 微课

发动机的分类

赘述。

目前,应用最广、数量最多的汽车发动机为水冷、四行程往复式内燃机,其中汽油机用于轿车和轻型客、货车上,而大客车和中、重型货车发动机多为柴油机。少数轿车和轻型客、货车发动机也有用柴油机的。以风冷或二行程活塞式内燃机为动力的汽车为数不多。特别是从 20 世纪 80 年代起,在世界范围内,就不再有以二行程活塞式内燃机为动力的轿车了。

随着交通密度的不断增加,对汽车加速性能的要求越来越高,这意味着应该提高内燃机的功率。因此,近年来增压内燃机倍受重视,并得到了积极的发展。

### 知识拓展

#### W 型发动机

将 V 型发动机的每侧气缸在进行小角度的错开(如大众汽车 W8 发动机错开  $15^\circ$ ),就成了 W 型发动机(见图 1-6)。W 型与 V 型发动机相比,可以将发动机做得更短一些,曲轴也可短些,这样就能节省发动机所占的空间,同时重量也可轻些,但它的宽度更大,使得发动机室更满。

W 型发动机相对 V 型发动机最大的问题是发动机由一个整体被分割为两个部分,在运作时必然会引起很大的振动,因此现在应用极少。针对这一问题,大众汽车在 W 型发动机上设计了两个反向转动的平衡轴,让两个部分的振动在内部相互抵消。现在只有大众汽车有 W 型发动机,包括 W8、W12 及 W16 发动机。

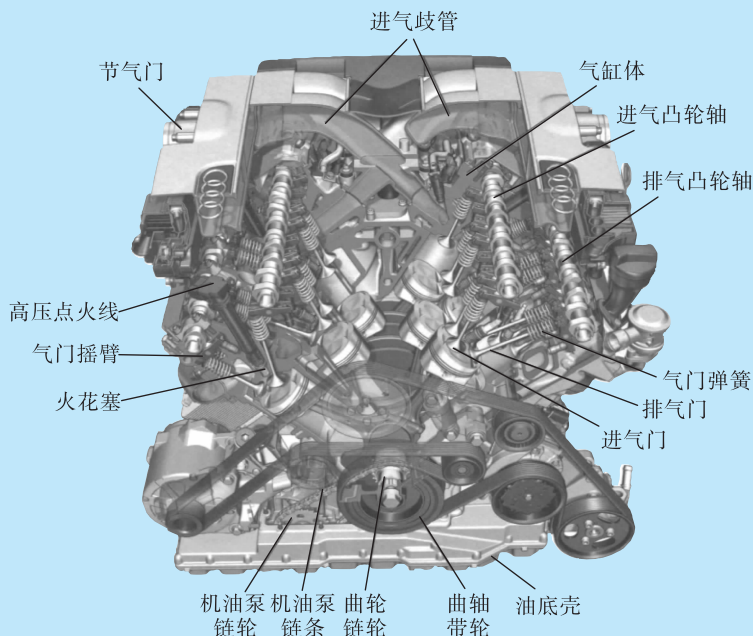


图 1-6 W 型发动机结构

- chapter 01
- chapter 02
- chapter 03
- chapter 04
- chapter 05
- chapter 06
- chapter 07
- chapter 08
- chapter 09
- chapter 10
- chapter 11

## (二) 发动机的基本术语

### 1. 工作循环

活塞式内燃机的工作循环是由进气、压缩、做功和排气四个工作过程组成的封闭循环。周而复始地进行这些过程,内燃机才能持续地做功。

### 2. 上、下止点

活塞顶离曲轴回转中心最远处为上止点;活塞顶离曲轴回转中心最近处为下止点(见图 1-7)。在上、下止点处,活塞的运动速度为零。

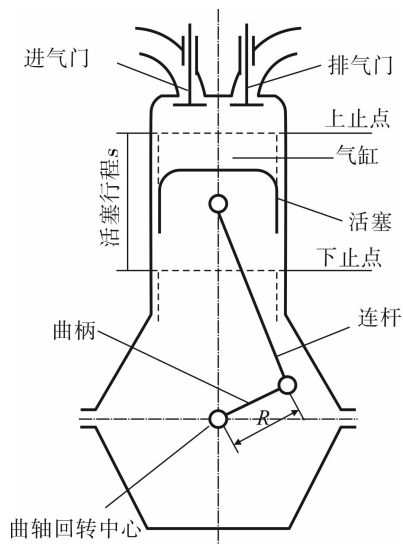


图 1-7 往复式活塞内燃机

### 3. 活塞行程

上、下止点间的距离  $s$  称为活塞行程。曲轴的回转半径  $R$  称为曲柄半径。显然,曲轴每回转一周,活塞移动两个活塞行程。对于气缸中心线通过曲轴回转中心的内燃机,其  $s=2R$ 。

### 4. 气缸工作容积

上、下止点间所包容的气缸容积称为气缸工作容积,记作  $V_s$ 。

$$V_s = \frac{\pi D^2}{4 \times 10^6} \cdot s$$

式中  $D$ ——气缸直径,mm;

$s$ ——活塞行程,mm。

### 5. 内燃机排量

内燃机所有气缸工作容积的总和称为内燃机排量,记作  $V_L$ 。

$$V_L = i \cdot V_s$$

式中  $i$ ——气缸数;

$V_s$ ——气缸工作容积,L。

### 6. 燃烧室容积

活塞位于上止点时,活塞顶面以上气缸盖底面以下所形成的空间称为燃烧室,其容积称为燃烧室容积,也叫压缩容积,记作  $V_c$ 。

### 7. 气缸总容积

气缸工作容积与燃烧室容积之和为气缸总容积,记作  $V_a$ 。

$$V_a = V_s + V_c$$

### 8. 压缩比

气缸总容积与燃烧室容积之比称为压缩比,记作  $\epsilon$ 。

$$\epsilon = \frac{V_a}{V_c} = 1 + \frac{V_s}{V_c}$$

压缩比的大小表示活塞由下止点运动到上止点时,气缸内的气体被压缩的程度。压缩比越大,压缩终了时气缸内的气体压力和温度就越高。

### 9. 工况

内燃机在某一时刻的运行状况简称工况,以该时刻内燃机输出的有效功率和曲轴转速表示。曲轴转速即为内燃机转速。

### 10. 负荷率

内燃机在某一转速下发出的有效功率与相同转速下所能发出的最大有效功率的比值称为负荷率,又称负荷,通常以百分数表示。

## 二、发动机的总体构造及功用

由于发动机的基本原理相似,其基本构造也就大同小异。现代汽车发动机的结构形式很多,即使是同一类型发动机,其具体构造也是各种各样的,但它们都具有下列机构和系统,如图 1-8 所示。

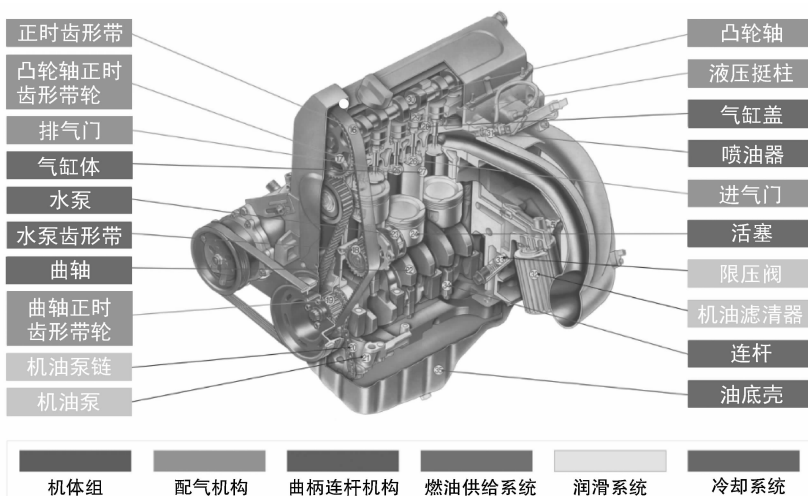


图 1-8 发动机的总体构造

- chapter 01
- chapter 02
- chapter 03
- chapter 04
- chapter 05
- chapter 06
- chapter 07
- chapter 08
- chapter 09
- chapter 10
- chapter 11

### 1. 曲柄连杆机构与机体零件

曲柄连杆机构主要由活塞、连杆、曲轴及飞轮等组成。它的功用是把活塞在气缸中的往复运动变为曲轴的旋转运动,又将曲轴的旋转运动变为活塞的往复运动,以实现工作循环并输出动力。

#### 小提示

飞轮是一个转动惯量很大的圆盘,其功用是储存做功行程的能量,用于克服进气、压缩和排气行程的阻力和其他阻力,带动曲柄连杆机构越过上、下止点,使曲轴均匀地旋转。飞轮外缘压有齿圈与起动电动机的驱动齿轮啮合,供起动发动机用。

机体零件主要包括机体、气缸套、气缸盖和油底壳等。这些零件构成了发动机的骨架,所有运动零件和辅助系统都由它支承。

### 2. 配气机构

配气机构由空气滤清器,进、排气管道与消声器等组成;主要功用是定时地排除废气和吸进新鲜充量的混合气(或空气),同时还具有滤清空气和消声等作用。

### 3. 燃油供给系统

柴油机燃油供给系统主要包括喷油器、喷油泵调速器、输油泵、燃油滤清器及油箱等。它的功用是定时、定量地向燃烧室喷射柴油,同时根据发动机的工况自动调节供油量。在汽油机中,则主要由化油器、输油泵和油箱等组成。其功用是使汽油雾化并与空气均匀混合,根据发动机的工况,供给一定数量和品质的可燃混合气。

### 4. 润滑系统

润滑系统主要由机油泵、机油滤清器、油压表及有关油道组成,它的功用是将机油送到运动件的摩擦表面,以减少运动件的磨损,并有冷却、密封、防锈、清洗等作用。

### 5. 冷却系统

冷却系统又分水冷却系统和风冷却系统两种。其中,水冷却系统包括水泵、风扇、水散热器、机油散热器、调温器等。其功用是将受热零件的热量散发到大气中去,使发动机保持在适宜的温度下工作。

### 6. 启动系统

启动系统的功用是借助于外力(人力或其他动力)将静止的发动机转为正常运转。由于启动方式不同,所组成部件也不相同,利用电启动机启动时,它包括启动电机、蓄电池、传动装置及启动按钮等;利用辅助发动机启动时,包括启动发动机、传动机构、操纵机构等。为了便于启动,多数柴油机上还设有减压机构与预热设备。

### 7. 点火系统(只有汽油机装配)

点火系统的功用是保证按规定时刻及时点燃气缸中被压缩的混合气,汽油机点火系统主要由电源、点火线圈、分电器和火花塞等组成。

车用汽油机一般由两大机构和五大系统组成。

车用柴油机一般由两大机构和四大系统(无点火系统)组成。



## 学习案例

1.4L TFSI 发动机是大众品牌和奥迪品牌联合开发的,在整个集团共同使用。这个项目的合作开发基础是大众品牌研发的 1.4L TSI 双涡轮增压发动机。该款发动机的定位是介于 1.6L MPI(75 kW)发动机和 1.8L TFSI (118 kW)发动机之间。对于这个尺寸的发动机拥有最大 92 kW (125 bhp)的输出功率,最大 200 N·m 的输出扭矩和异常优异的燃油经济性,这款发动机用来搭配 6 速手动变速箱或者 7 速双离合变速箱,创造了一个出色的动力理念。

## 案例分析

1.4L TSI 双涡轮增压发动机结构具备如下特征:铸铁缸体,钢制曲轴,曲轴驱动机油泵,链条传动,每缸 4 气门;高低压供油系统按需分别控制,多孔喷嘴;燃烧过程采用缸内直喷,稀薄燃烧技术;发动机管理系统采用博世 MED 17.5.20,节流阀体采用非接触式传感器;点火系统采用每缸单独控制点火时刻,电子爆震控制,单缸独立点火线圈;增压部分采用废气涡轮增压、增压空气冷却器、增压压力控制、电控旁通阀;排气系统采用每缸单腔排气歧管紧挨三元催化,三元催化前后各使用一个阶跃式氧传感器。

具体发动机特性曲线如图 1-9 所示,技术参数如表 1-3 所示。

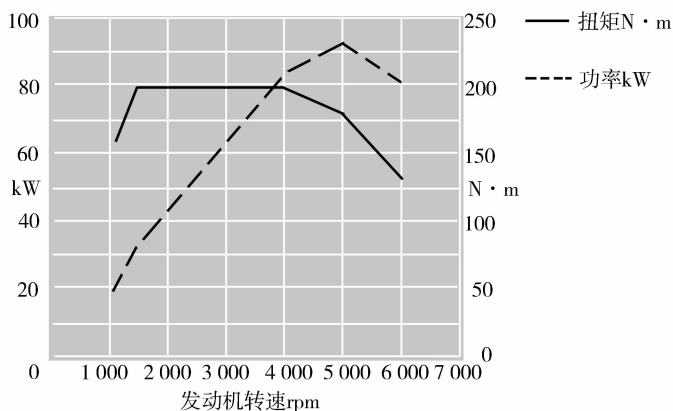


图 1-9 发动机特性曲线

表 1-3 发动机技术参数

发动机代码	CAXC
类型	4 缸直列
排量( $\text{cm}^3$ )	1390
最大功率[kW(bhp)]	92(125)在 5 000 rpm
最大扭矩(N·m)	200 在 1 500~4 000 rpm
每缸气门数量	4
缸径(mm)	76.5

chapter  
01

chapter  
02

chapter  
03

chapter  
04

chapter  
05

chapter  
06

chapter  
07

chapter  
08

chapter  
09

chapter  
10

chapter  
11

续表

行程(mm)	75.6
压缩比	10.0 : 1
点火顺序	1-3-4-2
重量(kg)	约 129
管理系统	Bosch MED 17.5.20
燃油	95 RON
混合气形成方式	缸内直喷/全电控节流阀体
高压燃油泵	HDP3(日立)
排放标准	EU 4
排放处理	陶瓷基体三元催化器(三效催化器),双阶跃式氧传感器
CO <sub>2</sub> 排放量(g/km)	154

## 学习单元3 发动机的基本参数与工作原理

### 知识目标

1. 了解我国内燃机产品,并掌握其型号编号规则;
2. 掌握四行程发动机的工作原理。

### 技能目标

1. 对于给定的内燃机产品,能够根据型号编号规则说明其型号各组成部分的含义;
2. 能够区分四行程汽油机与四行程柴油机。

### 基础知识

#### 一、我国内燃机产品和型号编制规则

为了便于内燃机的生产管理和使用,国家标准 GB/T 725—2008《内燃机产品名称和型号编制规则》中对内燃机的名称和型号作了统一规定。

内燃机名称均按所使用的主要燃料命名,例如汽油机、柴油机、煤气机等。内燃机型号由阿拉伯数字和汉语拼音字母组成,具体由以下四部分组成。

(1)首部:为产品系列符号和换代标志符号,由制造厂根据需要自选相应字母表示,但需主管部门核准。

(2)中部:由缸数符号、行程符号、气缸排列形式符号和缸径符号等组成。

(3)后部:结构特征和用途特征符号,以字母表示。

(4)尾部:区分符号。同一系列产品因改进等原因需要区分时,由制造厂选用适当符号表示。

内燃机型号的排列顺序及符号所代表的意义规定如图 1-10 所示。

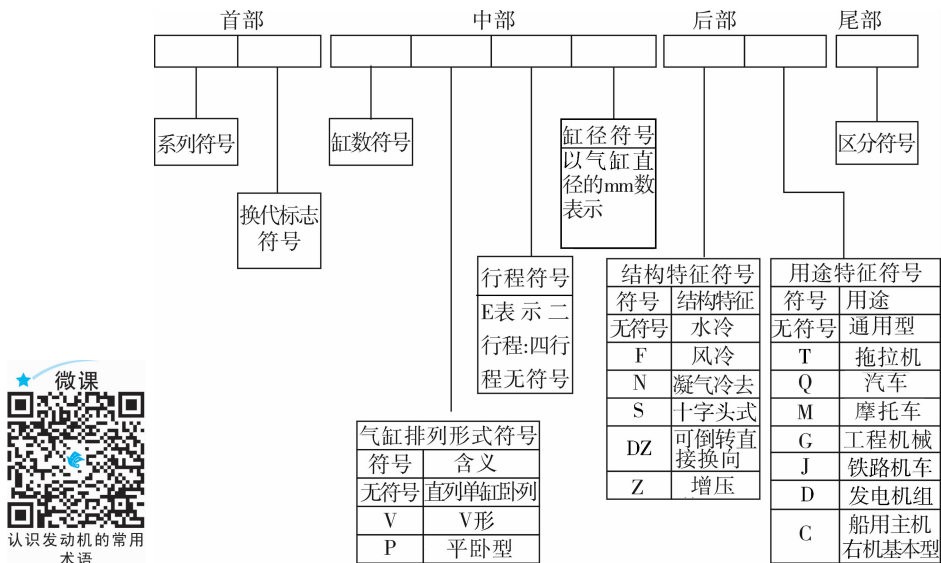


图 1-10 内燃机型号的排列顺序及符号所代表的意义规定

例如，

(1) 汽油机。

1E65F: 单缸, 二行程, 缸径 65 mm, 风冷通用型。

4100Q: 四缸, 四行程, 缸径 100 mm, 水冷车用型。

4100Q-4: 四缸, 四行程, 缸径 100 mm, 水冷车用型, 第四种变型产品。

CA6102: 六缸, 四行程, 缸径 102 mm, 水冷通用型, CA 表示生产企业代号。

8V100: 八缸, 四行程, 缸径 100 mm, V 型, 水冷通用型。

(2) 柴油机。

195: 单缸, 四行程, 缸径 95 mm, 水冷通用型。

165F: 单缸, 四行程, 缸径 65 mm, 风冷通用型。

495Q: 四缸, 四行程, 缸径 95 mm, 水冷车用型。

X4105: 四缸, 四行程, 缸径 105 mm, 水冷通用型, X 表示系列代号。

## 二、四行程发动机的工作原理

往复式活塞式内燃机的燃料主要是汽油 (Gasoline) 或柴油 (Diesel)。由于汽油和柴油具有不同的性质, 因而在发动机的工作原理和结构上有差异。

### 小提示

柴油机与汽油机的不同之处:

(1) 汽油机的混合气是在气缸外部形成的, 而柴油机的混合气是在气缸内部形成的。柴油机在进气行程时, 被吸入气缸内的是纯空气。

(2) 汽油机在压缩结束时, 靠火花塞强制点火, 而柴油机则靠压燃。

(3) 汽油机具有转速高、质量小、工作噪声小、启动容易、工作平稳、操作省力、适应性好、制造和维修费用低等特点, 故在轿车和中型、小型、微型汽车上得以广泛应用。随着柴油机向轻量化、高速化发展, 其应用范围正向中、小、轻型汽车甚至轿车扩展。

chapter 01

chapter 02

chapter 03

chapter 04

chapter 05

chapter 06

chapter 07

chapter 08

chapter 09

chapter 10

chapter 11

四行程汽油机的运转是按进气行程、压缩行程、做功行程和排气行程的顺序不断循环反复的运行的。以气缸容积  $V$  为横坐标、气缸内气体压力  $p$  为纵坐标构成示功图(见图 1-11),表示活塞在不同位置时各个行程中  $p$  与  $V$  的变化关系。下面结合示功图来说明汽油机的工作过程。

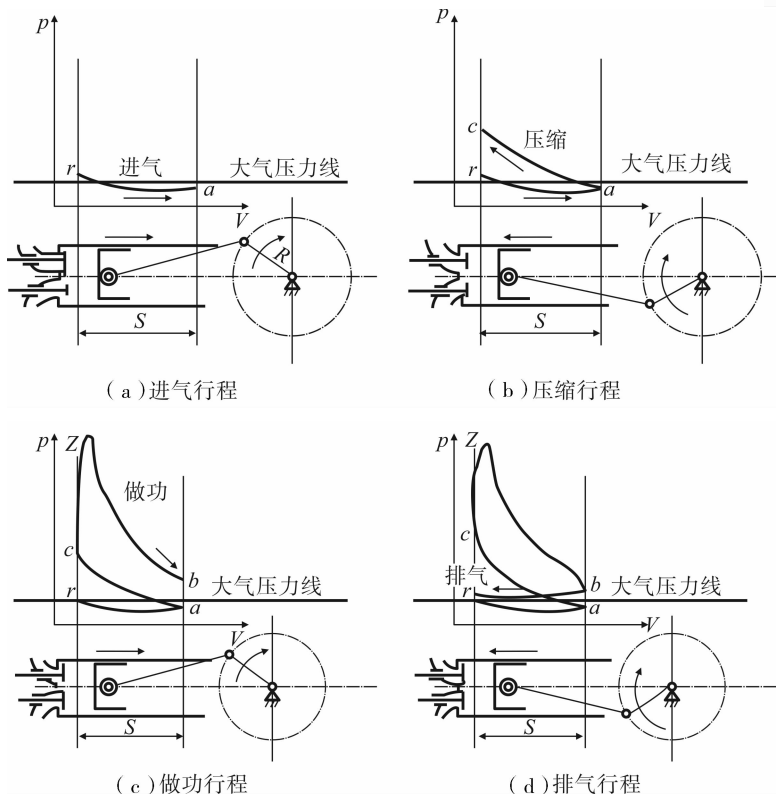


图 1-11 四行程汽油机的  $p$ - $V$  示功图

### 1. 进气行程

如图 1-10a 所示,由于曲轴的旋转,活塞从上止点(活塞最高位置)向下止点(活塞最低位置)运动,这时排气门关闭,进气门打开。进气过程开始时,活塞位于上止点,气缸内残存有上一循环未排净的废气,因此,气缸内的压力稍高于大气压力。随着活塞下移,气缸内容积增大,压力减小,当压力低于大气压时,在气缸内产生真空吸力,空气经空气滤清器并与化油器或喷油器供给的汽油混合成可燃混合气,通过进气门被吸入气缸,直至活塞向下运动到下止点。在进气过程中,受空气滤清器、化油器(若为电控喷射式汽油机则为节气门体)、进气管道、进气门等阻力影响,进气终了时,气缸内气体压力略低于大气压,约为  $0.075 \sim 0.09 \text{ MPa}$ ,同时受到残余废气和高温机件加热的影响,温度达到  $370 \sim 400 \text{ K}$ 。

### 2. 压缩行程

如图 1-10b 所示,曲轴继续旋转,活塞从下止点向上止点运动,这时进气门和排气门都关闭,气缸内成为封闭容积,可燃混合气受到压缩,压力和温度不断升高,当活塞到达

上止点时压缩行程结束。此时气体的压力和温度主要随压缩比的大小而定,可燃混合气压力可达  $0.6\sim 1.2\text{ MPa}$ ,温度可达  $600\sim 700\text{ K}$ 。压缩比定义为气缸总容积与燃烧室容积(活塞运行到上止点时的气缸容积)之比。压缩比越大,压缩终了时气缸内的压力和温度越高,燃烧速度越快,发动机功率也越大。但压缩比太高,容易引起爆震。所谓爆震就是由于气体压力和温度过高,可燃混合气在没有点燃的情况下自行燃烧,且火焰以高于正常燃烧数倍的速度向外传播,造成尖锐的敲缸声。此时发动机表现为过热、功率下降、油耗增加,甚至会造成机件损坏。所以汽油机的压缩比一般为  $6\sim 10$ 。

### 3. 做功行程

如图 1-10c 所示,做功行程包括燃烧过程和膨胀过程,在这一行程中,进气门和排气门仍然保持关闭。当活塞位于压缩行程接近上止点(即点火提前角)位置时,火花塞产生电火花点燃可燃混合气,可燃混合气燃烧后放出大量的热使气缸内气体温度和压力急剧升高,最高压力可达  $3\sim 5\text{ MPa}$ ,最高温度可达  $2\ 200\sim 2\ 800\text{ K}$ ,高温高压气体膨胀,推动活塞从上止点向下止点运动,通过连杆使曲轴旋转并输出机械功,除了用于维持发动机本身继续运转外,其余用于对外做功。随着活塞向下运动,气缸内容积增加,气体压力和温度降低,当活塞运动到下止点时,做功行程结束,气体压力降低到  $0.3\sim 0.5\text{ MPa}$ ,气体温度降低到  $1\ 300\sim 1\ 600\text{ K}$ 。

### 4. 排气行程

如图 1-10d 所示,可燃混合气在气缸内燃烧后生成的废气必须从气缸中排出去以便进行下一个进气行程。当做功接近终了时,排气门开启,进气门仍然关闭,靠废气的压力先进行自由排气,活塞到达下止点再向上止点运动时,继续把废气强制排出到大气中去,活塞越过上止点后,排气门关闭,排气行程结束。实际汽油机的排气行程也是排气门提前打开,延迟关闭,以便排出更多的废气。由于燃烧室容积的存在,不可能将废气全部排出气缸。受排气阻力的影响,排气终止时,气体压力仍高于大气压力,约为  $0.105\sim 0.115\text{ MPa}$ ,温度约为  $900\sim 1\ 200\text{ K}$ 。曲轴继续旋转,活塞从上止点向下止点运动,又开始了下一个新的循环过程。四行程汽油机经过进气、压缩、做功、排气四个行程完成一个工作循环,这期间活塞在上、下止点之间往复运动了两次,相应地曲轴旋转了两圈。

## 知识拓展

### 四行程柴油机的工作原理

四行程柴油机每一个工作循环同样包括进气、压缩、做功和排气四个行程,但由于柴油机使用的燃料——柴油与汽油有较大的差别。如柴油黏度大、不易蒸发、自燃温度低,所以可燃混合气的形成、着火方式、燃烧过程以及气体温度压力的变化都和汽油机不同。

四行程柴油机在进气行程中被吸入气缸的是纯空气而不是可燃混合气,在进气通道中没有供油系统和节气门,进气阻力小,进气终了时气体压力略高于汽油机而气体温度略低于汽油机。进气终了时气体压力约为  $0.078\ 5\sim 0.093\ 2\text{ MPa}$ ,气体温度约为  $300\sim 370\text{ K}$ 。

chapter  
01chapter  
02chapter  
03chapter  
04chapter  
05chapter  
06chapter  
07chapter  
08chapter  
09chapter  
10chapter  
11

柴油机在压缩行程压缩的也是纯空气。在压缩行程接近上止点时,喷油器将高压柴油以雾状形式直接喷入燃烧室,柴油和空气在气缸内形成可燃混合气并着火燃烧。柴油机的压缩比比汽油机的大很多(一般为 $16\sim 22$ ),压缩终了时气体温度( $750\sim 1\,000\text{ K}$ )和压力( $3.5\sim 4.5\text{ MPa}$ )都比汽油机高,大大超过了柴油机的自然温度。所以柴油机是压缩后自燃着火的,不需要点火系统,故柴油机又称为压燃机。

柴油机的可燃混合气是在气缸内部形成的,而不像汽油机那样——混合气主要是在气缸外部的化油器中形成的。柴油机燃烧过程中气缸内出现的最高压力要比汽油机高得多,可高达 $6\sim 9\text{ MPa}$ ,最高温度也可高达 $2\,000\sim 2\,500\text{ K}$ 。做功终了时,气体压力约为 $0.2\sim 0.4\text{ MPa}$ ,气体温度约为 $1\,200\sim 1\,500\text{ K}$ 。

与汽油机相比,柴油机的压缩比高、热效率高、燃油消耗率低,因此,柴油机的燃料经济性能好、排气污染少。但它的主要缺点是转速低、质量大、噪声大、振动大、制造和维修费用高。

## 学习案例

全球十佳发动机又名沃德十佳发动机,是美国权威杂志《Wards Auto World》杂志社创立的榜单。通过对美国本土销售的车型进行了接近日常驾驶状况的测试后,根据每台发动机的马力、扭矩、技术含量,以及实际使用中表现出来的工作特性进行全面评估,最终选出十台综合表现最好的发动机。这份评选名单始于1994年,在每年年末发布。从2015年最新出炉的榜单上看,获奖机型中出现了许多新面孔,如沃尔沃脱离福特后的全新动力 Drive-E 2.0T 发动机、专为宝马 UKL 前驱平台打造的 B38 1.5T 三缸发动机、将水平对置与涡轮增压完美结合的斯巴鲁 2.0DIT 发动机以及为 HEMI 披上增压袈裟的克莱斯勒 6.2T V8 发动机。另外还有两款新晋的新能源动力也同样值得关注,它们是宝马 i3 搭载的 127 kW 电动机和现代 Tucson FCV 身上的 100 kW 燃料电池。

## 案例分析

这里以宝马 B38 1.5T L3 发动机为例详细介绍。

新款 MINI 是宝马(见图 1-12)最新 UKL 前驱平台下的首款产品,自然也是宝马 1.5T 三缸发动机(见图 1-13)的首位主人。其最大功率 100 kW,最大扭矩 220 N·m,而令人惊讶的是它在 1 250 rpm 转速下便能爆发出全部扭矩,甚至比福特 1.0T Eco-boost 涡轮介入得还早。



图 1-12 宝马 MINI



图 1-13 宝马 B38 1.5T 三缸发动机

宝马 B38 1.5T 三缸发动机动力参数如表 1-4 所示。

表 1-4 宝马 B38 1.5T 三缸发动机动力参数

排量(ml)	1 499
气缸排列形式	直列三缸
缸径×行程(mm)	82.0×94.6
压缩比	11.0 : 1
缸盖/缸体材料	铝合金/铝合金
最大功率(kW/rpm)	100/4 500~6 000
最大扭矩(N·m/rpm)	220/1 250~4 000
技术特点	涡轮增压、缸内直喷、VALVETRONIC、VANOS

 教学检测



填空题

1. 汽车一般由 \_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_ 和 \_\_\_\_\_ 四部分组成。
2. 世界上第一辆三轮汽车是由德国工程师 \_\_\_\_\_ 于 1885 年在曼海姆城研制成功，并在 1886 年 1 月 29 日申请到专利的。
3. 气缸总容积与燃烧室容积之比称为 \_\_\_\_\_。
4. 内燃机在某一转速下发出的有效功率与相同转速下所能发出的最大有效功率的比值称为 \_\_\_\_\_，通常简称为 \_\_\_\_\_。
5. 往复式内燃发动机一般由 \_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_ 和 \_\_\_\_\_ 组成。



判断题

1. 载客汽车称为客车，其乘坐人数包括驾驶员在内。 ( )
2. 越野汽车主要用于非公路上载运人员、货物或牵引，因此它都是由后轮驱动的。 ( )
3. 汽车满载时的总质量称为汽车的最大总质量。 ( )
4. 多缸发动机各气缸的总容积之和，称为发动机排量。 ( )



简答题

1. CA1092 中各字母和数字的含义是什么？
2. 汽车整备质量是如何定义的？
3. 什么叫发动机的上止点、下止点？

- chapter 01
- chapter 02
- chapter 03
- chapter 04
- chapter 05
- chapter 06
- chapter 07
- chapter 08
- chapter 09
- chapter 10
- chapter 11

